

УДК 691.714:620.172.251.2:620.186

**С. А. Никулин, С. О. Рогачев*, С. Г. Васильев, В. А. Белов,
А. А. Седых**

Национальный исследовательский технологический университет МИСиС,
г. Москва

**csaap@misis.ru*

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ 22К

Получена сводка данных по механическим свойствам стали 22К при испытании на одноосное растяжение в интервале температур от комнатной до 1050 °С. Изучен характер изменения прочностных и пластических свойств стали 22К при повышении температуры испытания. Исследовано влияние высокотемпературной длительной выдержки на рост зерна в стали 22К.

Ключевые слова: низкоуглеродистая сталь 22К, механические свойства, высокие температуры, зерно аустенита.

**S. A. Nikulin, S. O. Rogachev, S. G. Vasil'ev, V. A. Belov,
A. A. Sedykh**

HIGH-TEMPERATURE MECHANICAL PROPERTIES OF LOW-CARBON STEEL

A summary of the mechanical properties of low-carbon steel was obtained in the temperature range from room temperature to 1050 °C. The dependence of the mechanical properties of low-carbon steel with increasing test temperature was studied. The effect of high-temperature long exposure on grain growth in low-carbon steel was investigated.

Key words: low-carbon steel, mechanical properties, high temperatures, austenite grain.

Низкоуглеродистые стали типа 22К применяются в качестве конструкционного материала для изделий, работающих при средних механических нагрузках и температурах не выше 450 °С [1; 2].

Однако возможны ситуации, связанные с изменением условий эксплуатации, а именно с повышением температуры внешней среды, увеличением механических нагрузок и т.д. В этих условиях изделие должно сохранить необходимый минимальный запас прочности. Данные по механическим свойствам низкоуглеродистых сталей при высоких температурах практически отсутствуют. В связи с этим цель данной работы — определение механических свойств стали 22К в интервале температур от комнатной до 1050 °С и оценка склонности к росту зерна при этих температурах.

Для испытаний на одноосное статическое растяжение использовали пятикратные цилиндрические образцы стали 22К с длиной и диаметром рабочей части, соответственно, 20 и 4 мм. Испытания проводили в интервале температур от комнатной до 1050 °С (с шагом 50...100 °С) на машине Zwick/Roell (скорость движения захватов 5 мм/мин). Испытывали по три образца на каждую температуру испытания.

Склонность к росту зерна аустенита в стали 22 К оценивалась при ее нагреве до температур 950 и 1050 °С, выдержке в течение 4 часов с последующей закалкой в воду. Размер зерна аустенита измеряли по фотографиям микроструктуры, полученным на оптическом микроскопе AxioObserver D1m CarlZeiss при увеличении $\times 200$ после травления шлифов в растворе пикриновой кислоты.

При комнатной температуре испытания пределы прочности и текучести стали 22К составили, соответственно, 460 и 275 МПа, а относительное удлинение — 33 %.

Повышение температуры испытания до 100...600 °С приводит к монотонному снижению предела текучести (~30 МПа на каждые 100 °С). При 650 °С предел текучести снижается до 47 МПа, и далее при повышении температуры испытания до 700...1050 °С темп снижения предела текучести замедляется. При 1050 °С предел текучести стали 22К составил 17 МПа.

Предел прочности стали 22К при повышении температуры испытания до 100 °С снижается до 420 МПа и далее при повышении температуры до 200...300 °С заметно не изменяется. Повышение температуры испытания до 400...650 °С приводит к резкому снижению предела прочности (~100 МПа на каждые 100 °С). Далее при повышении температуры испытания до 700...1050 °С темп снижения предела прочности замедляется. При 1050 °С предел прочности стали 22К составил 33 МПа.

Относительное удлинение стали 22К заметно не изменяется в интервале температур от комнатной до 300 °С. В интервале температур испытания 400...1050 °С относительное удлинение повышается до 50...110 %.

При нагреве стали 22К от комнатной температуры до 950 °С и длительной выдержки при этой температуре не наблюдается существенно-го роста зерна аустенита, преимущественный размер которого составил 20...40 мкм. Повышение температуры нагрева до 1050 °С приводит к росту зерна аустенита до 120...170 мкм.

Литература

1. Марочник сталей и сплавов / под общ. ред. А. С. Зубченко. 2-е изд., доп. и испр. М. : Машиностроение, 2003. 784 с.
2. ГОСТ 5520—2017. Прокат толстолистовой из нелегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия. 29 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/556309497> (дата обращения: 18.01.2020).